



日本特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日  
Date of Application:

2001年12月10日

出願番号  
Application Number:

特願2001-376423

[ST.10/C]:

[JP2001-376423]

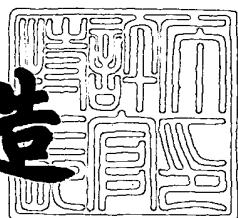
出願人  
Applicant(s):

株式会社アドバンテスト

2002年4月26日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2002-3031016

【書類名】 特許願  
【整理番号】 10637  
【提出日】 平成13年12月10日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 H01L 21/27  
【発明の名称】 露光方法、電子ビーム露光装置、及び電子部品製造方法  
【請求項の数】 18  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都練馬区旭町1丁目32番1号株式会社アドバンテスト内  
【氏名】 黒川 正樹  
【特許出願人】  
【識別番号】 390005175  
【氏名又は名称】 株式会社アドバンテスト  
【代理人】  
【識別番号】 100104156  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 龍華 明裕  
【電話番号】 (03)5366-7377  
【先の出願に基づく優先権主張】  
【出願番号】 特願2001-370545  
【出願日】 平成13年12月 4日  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 053394  
【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1

特2001-376423

【包括委任状番号】 9809504

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 露光方法、電子ビーム露光装置、及び電子部品製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 電子ビームにより、磁性体を有するウェハを露光する露光方法であって、

前記ウェハをウェハステージに載置する載置段階と、

前記ウェハにおける前記電子ビームを照射すべき照射位置、及び前記磁性体により形成される磁界に基づいて、前記電子ビームを偏向する偏向部の偏向量を補正する補正值を算出する算出段階と、

前記補正值に基づいて前記電子ビームを偏向し、前記ウェハを露光する露光段階と

を備えることを特徴とする露光方法。

【請求項2】 前記算出段階は、前記ウェハにおける前記磁性体の分布にさらにに基づいて、前記補正值を算出することを特徴とする請求項1に記載の露光方法。

【請求項3】 前記算出段階は、前記ウェハステージにおいて前記ウェハが載置される載置位置にさらにに基づいて、前記補正值を算出することを特徴とする請求項1に記載の露光方法。

【請求項4】 前記算出段階は、前記ウェハと、前記電子ビームを集束する電子レンズが形成する磁界との位置関係さらにに基づいて、前記補正值を算出することを特徴とする請求項1に記載の露光方法。

【請求項5】 前記算出段階は、前記ウェハと、前記電子レンズである対物レンズとの前記位置関係に基づいて、前記補正值を算出することを特徴とする請求項4に記載の露光方法。

【請求項6】 前記算出段階は、前記ウェハの形状にさらにに基づいて、前記補正值を算出することを特徴とする請求項1に記載の露光方法。

【請求項7】 前記ウェハステージのステージ位置を補正するステージ位置補正段階をさらに備え、

前記算出段階は、前記ステージ位置補正段階において補正された前記ウェハス

テージに載置された前記ウェハにおける、前記電子ビームを照射すべき前記照射位置に基づいて、前記補正值を算出することを特徴とする請求項1に記載の露光方法。

【請求項8】 前記ウェハにマーク部を形成するマーク形成段階をさらに備え、

前記算出段階は、前記ウェハにおける前記マーク部の位置と前記電子ビームを照射すべき前記照射位置との位置関係にさら基づいて、前記補正值を算出することを特徴とする請求項1に記載の露光方法。

【請求項9】 他のウェハを前記ウェハステージに載置する段階と、  
前記ウェハの前記ウェハステージにおける載置位置と前記他のウェハの前記ウェハステージにおける載置位置との位置関係、及び前記補正值に基づいて、前記電子ビームを偏向する偏向部の偏向量を補正する他の補正值を算出する段階と、  
前記他の補正值に基づいて前記電子ビームを偏向し、前記他のウェハを露光する段階と  
を備えることを特徴とする請求項1に記載の露光方法。

【請求項10】 電子ビームにより、ウェハを露光する露光方法であって、  
前記ウェハをウェハステージに載置する段階と、  
前記ウェハと、前記電子ビームを集束する磁界との位置関係に基づいて、前記電子ビームの偏向量を補正する補正值を算出する算出段階と、  
前記補正值に基づいて前記電子ビームを偏向し、前記ウェハを露光する露光段階と  
を備えることを特徴とする露光方法。

【請求項11】 電子ビームにより、磁性体を有するウェハを露光する電子ビーム露光装置であって、  
前記ウェハが載置されるウェハステージと、  
前記電子ビームを偏向する偏向部と、  
前記ウェハステージに載置された前記ウェハにおける前記電子ビームを照射すべき照射位置、及び前記磁性体により形成される磁界に基づいて、前記偏向部による前記電子ビームの偏向量を補正する補正值を算出する算出部と

を備えることを特徴とする電子ビーム露光装置。

【請求項12】 磁界を形成し、前記電子ビームを集束する電子レンズをさらに備え、

前記算出部は、前記ウェハと、前記電子レンズが形成する前記磁界との位置関係にさらに基づいて、前記補正值を算出することを特徴とする請求項11に記載の電子ビーム露光装置。

【請求項13】 前記電子レンズは、対物レンズであることを特徴とする請求項12に記載の電子ビーム露光装置。

【請求項14】 電子ビームにより磁性体を有するウェハを露光して電子部品を製造する電子部品製造方法であって、

前記ウェハをウェハステージに載置する載置段階と、

前記ウェハにおける前記電子ビームを照射すべき照射位置、及び前記磁性体により形成される磁界に基づいて、前記電子ビームを偏向する偏向部の偏向量を補正する補正值を算出する算出段階と、

前記補正值に基づいて前記電子ビームを偏向し、前記ウェハを露光する電子ビーム露光段階と

を備えることを特徴とする電子部品製造方法。

【請求項15】 前記ウェハにおける第1の領域に第1のマーク部を形成するマーク部形成段階をさらに備え、

前記載置段階は、前記第1のマーク部が形成された前記ウェハを前記ウェハステージに載置し、

前記算出段階は、前記ウェハにおける前記第1のマーク部の位置にさらに基づいて、前記補正值を算出することを特徴とする請求項14に記載の電子部品製造方法。

【請求項16】 前記第1の領域における前記補正值を記憶する段階と、

前記ウェハステージに、磁性体を有する他のウェハを載置する段階と、

記憶された前記第1の領域における前記補正值、及び前記ウェハステージにおける前記他のウェハの位置に基づいて、前記他のウェハにおける前記第1の領域に前記電子ビームを照射する段階と

をさらに備えることを特徴とする請求項15に記載の電子部品製造方法。

【請求項17】 前記マーク部形成段階は、

前記ウェハにレジストを塗布する段階と、

前記第1の領域に前記第1のマーク部を形成すべく、前記第1の領域に光を照射することにより前記レジストを露光する第1の光露光段階と

前記ウェハにおける第2の領域に第2のマーク部を形成すべく、前記第2の領域に光を照射することにより前記レジストを露光する第2の光露光段階とを有し、

前記算出段階は、

前記第1の領域における前記補正值を、前記ウェハにおける前記第1のマーク部の位置にさらに基づいて算出し、

前記第2の領域における前記補正值を、前記ウェハにおける前記第2のマーク部の位置にさらに基づいて算出し、

前記電子ビーム露光段階は、

前記第1の領域に前記電子ビームを照射する場合、前記第1の領域における前記補正值に基づいて前記電子ビームを偏向し、

前記第2の領域に前記電子ビームを照射する場合、前記第2の領域における前記補正值に基づいて前記電子ビームを偏向する

ことを特徴とする請求項15に記載の電子部品製造方法。

【請求項18】 前記マーク部形成段階は、

前記第1の領域に複数の前記第1のマーク部を形成する段階と、

前記第2の領域に複数の前記第2のマーク部を形成する段階とを有し、

前記算出段階は、

前記第1の領域における前記補正值を、前記複数の第1のマーク部の相対位置にさらに基づいて算出し、

前記第2の領域における前記補正值を、前記複数の第2のマーク部の相対位置にさらに基づいて算出する

ことを特徴とする請求項17に記載の電子部品製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、露光方法、電子ビーム露光装置、及び電子部品製造方法に関する。特に本発明は、電子ビームの照射位置を補正して、精度よくウェハを露光する露光方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

電子ビーム露光装置は、磁界により電子ビームを集束する電子レンズを備え、電子レンズにより電子ビームのウェハに対する焦点を調整し、電子ビームの照射位置をウェハの所定の位置に調整する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

近年の磁気ヘッド、MRAM等の磁性体を有する電子部品の微細化に伴い、磁性体を有するウェハを精度よく露光できる電子ビーム露光装置が望まれている。

【0004】

しかしながら、電子ビーム露光装置では、電子レンズにより電子ビームのウェハに対する焦点を調整するため、磁性体が形成されたウェハを露光する場合に、ウェハの磁性体が電子レンズにより形成される磁界に影響を及ぼし、電子ビームの照射位置が所望の位置からずれてしまうという問題がある。

【0005】

そこで本発明は、上記の課題を解決することのできる露光方法、電子ビーム露光装置、及び電子部品製造方法を提供することを目的とする。この目的は特許請求の範囲における独立項に記載の特徴の組み合わせにより達成される。また従属項は本発明の更なる有利な具体例を規定する。

【0006】

【課題を解決するための手段】

即ち、本発明の第1の形態によると、電子ビームにより、磁性体を有するウェハを露光する露光方法であって、ウェハをウェハステージに載置する載置段階と

、ウェハにおける電子ビームを照射すべき照射位置、及び磁性体により形成される磁界に基づいて、電子ビームを偏向する偏向部の偏向量を補正する補正值を算出する算出段階と、補正值に基づいて電子ビームを偏向し、ウェハを露光する露光段階とを備える。

## 【0007】

算出段階は、ウェハにおける磁性体の分布にさらにに基づいて、補正值を算出してもよい。算出段階は、ウェハステージにおいてウェハが載置される載置位置にさらにに基づいて、補正值を算出してもよい。

## 【0008】

算出段階は、ウェハと、電子ビームを集束する電子レンズが形成する磁界との位置関係にさらにに基づいて、補正值を算出してもよい。

## 【0009】

算出段階は、ウェハと、電子レンズである対物レンズとの位置関係に基づいて、補正值を算出してもよい。算出段階は、ウェハの形状にさらにに基づいて、補正值を算出してもよい。

## 【0010】

ウェハステージのステージ位置を補正するステージ位置補正段階をさらに備え、算出段階は、ステージ位置補正段階において補正されたウェハステージに載置されたウェハにおける、電子ビームを照射すべき照射位置に基づいて、補正值を算出してもよい。

## 【0011】

ウェハにマーク部を形成するマーク形成段階をさらに備え、算出段階は、マーク部を基準位置とする、ウェハにおける電子ビームを照射すべき照射位置に基づいて、補正值を算出してもよい。

## 【0012】

他のウェハをウェハステージに載置する段階と、ウェハのウェハステージにおける載置位置と他のウェハのウェハステージにおける載置位置との位置関係、及び補正值に基づいて、電子ビームを偏向する偏向部の偏向量を補正する他の補正值を算出する段階と、他の補正值に基づいて電子ビームを偏向し、他のウェハを

露光する段階とを備えてもよい。

【0013】

本発明の第2の形態によると、電子ビームにより、ウェハを露光する露光方法であって、ウェハをウェハステージに載置する段階と、ウェハと、電子ビームを集束する磁界との位置関係に基づいて、電子ビームの偏向量を補正する補正值を算出する算出段階と、補正值に基づいて電子ビームを偏向し、ウェハを露光する露光段階とを備える。

【0014】

本発明の第3の形態によると、電子ビームにより、磁性体を有するウェハを露光する電子ビーム露光装置であって、ウェハが載置されるウェハステージと、電子ビームを偏向する偏向部と、ウェハステージに載置されたウェハにおける電子ビームを照射すべき照射位置、及び磁性体により形成される磁界に基づいて、偏向部による電子ビームの偏向量を補正する補正值を算出する算出部とを備える。

【0015】

磁界を形成し、電子ビームを集束する電子レンズをさらに備え、算出部は、ウェハと、電子レンズが形成する磁界との位置関係にさらにに基づいて、補正值を算出してもよい。電子レンズは、対物レンズであってもよい。

【0016】

本発明の第4の形態によると、電子ビームにより磁性体を有するウェハを露光して電子部品を製造する電子部品製造方法であって、ウェハをウェハステージに載置する載置段階と、ウェハにおける電子ビームを照射すべき照射位置、及び磁性体により形成される磁界に基づいて、電子ビームを偏向する偏向部の偏向量を補正する補正值を算出する算出段階と、補正值に基づいて電子ビームを偏向し、ウェハを露光する露光段階とを備える。

【0017】

ウェハにおける第1の領域に第1のマーク部を形成するマーク部形成段階をさらに備え、載置段階は、第1のマーク部が形成されたウェハをウェハステージに載置し、算出段階は、ウェハにおける第1のマーク部の位置に基づいて、補正值を算出してもよい。

## 【0018】

第1の領域における補正值を格納する段階と、ウェハステージに、磁性体を有する他のウェハを載置する段階と、格納された第1の領域における補正值、及びウェハステージにおける他のウェハの位置に基づいて、他のウェハにおける第1の領域に電子ビームを照射する段階とをさらに備えてもよい。

## 【0019】

マーク部形成段階は、ウェハにレジストを塗布する段階と、第1の領域に第1のマーク部を形成すべく、第1の領域に光を照射することによりレジストを露光する第1の光露光段階と、ウェハにおける第2の領域に第2のマーク部を形成すべく、第2の領域に光を照射することによりレジストを露光する第2の光露光段階とを有してもよい。この場合、算出段階は、第1の領域における補正值を、ウェハにおける第1のマーク部の位置にさらにに基づいて算出し、第2の領域における補正值を、ウェハにおける第2のマーク部の位置にさらにに基づいて算出してもよく、さらに電子ビーム露光段階は、第1の領域に電子ビームを照射する場合、第1の領域における補正值に基づいて電子ビームを偏向し、第2の領域に電子ビームを照射する場合、第2の領域における補正值に基づいて電子ビームを偏向してもよい。

## 【0020】

マーク部形成段階は、第1の領域に複数の第1のマーク部を形成する段階と、第2の領域に複数の第2のマーク部を形成する段階とを有し、算出段階は、第1の領域における補正值を、複数の第1のマーク部の相対位置にさらにに基づいて算出し、第2の領域における補正值を、複数の第2のマーク部の相対位置にさらにに基づいて算出してもよい。

## 【0021】

なお上記の発明の概要は、本発明の必要な特徴の全てを列挙したものではなく、これらの特徴群のサブコンビネーションも又発明となりうる。

## 【0022】

## 【発明の実施の形態】

以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態はクレ

ームにかかる発明を限定するものではなく、又実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

【0023】

図1は、本発明の一実施形態に係る電子ビーム露光装置100の構成の一例を示す。電子ビーム露光装置100は、電子ビームにより、ウェハ64に所定の露光処理を施すための露光部150と、露光部150の各構成の動作を制御する制御系140とを備える。

【0024】

露光部150は、筐体10内部に、所定の電子ビームを照射する電子ビーム照射系110と、電子ビーム照射系110から照射された電子ビームを偏向するとともに、電子ビームのマスク30近傍における結像位置を調整するマスク用投影系112と、電子ビームのマスク通過前後の結像条件を調整する焦点調整レンズ系114と、マスク30を通過した電子ビームをウェハステージ62に載置されたウェハ64の所定の領域に偏向するとともに、ウェハ64に転写されるパターンの像の向き及びサイズを調整するウェハ用投影系116を含む電子光学系を備える。

【0025】

また、露光部150は、ウェハ64に露光すべきパターンをそれぞれ形成された複数の開口パターンを有するマスク30を載置するマスクステージ72と、マスクステージ72を駆動するマスクステージ駆動部68と、パターンを露光すべきウェハ64を載置するウェハステージ62と、ウェハステージ62を駆動するウェハステージ駆動部70とを含むステージ系を備える。さらに、露光部150は、電子光学系の調整のために、ウェハステージ62側から飛散する電子を検出して、飛散した電子量に相当する電気信号に変換する電子検出器60を有する。

【0026】

電子ビーム照射系110は、電子ビームを発生させる電子銃12と、電子ビームの焦点位置を定める第1電子レンズ14と、電子ビームを通過させる矩形形状の開口が形成されたスリット部16とを有する。電子銃12は、安定した電子ビームを発生するために所定の時間を要するので、電子銃12は、露光処理期間に

おいて常に電子ビームを発生してもよい。スリット部16の開口は、マスク30に形成された所定の開口パターンの形状に合わせて形成されることが好ましい。図1において、電子ビーム照射系110から照射された電子ビームが、電子光学系により偏向されない場合の電子ビームの光軸を、一点鎖線Aで示す。

## 【0027】

マスク用投影系112は、電子ビームを偏向するマスク用偏向系としての第1偏向器18、第2偏向器22、及び第3偏向器26と、電子ビームの焦点を調整するマスク用焦点系としての第2電子レンズ20と、第1ブランкиング電極24とを有する。第1偏向器18及び第2偏向器22は、電子ビームをマスク30上の所定の領域に照射するために電子ビームを偏向する。例えば、所定の領域は、ウェハ64に転写するパターンを有する開口パターン群であってよい。電子ビームが開口パターンを通過することにより、電子ビームの断面形状は、開口パターンと略同一の形状になる。所定の形状の開口パターンを通過した電子ビームの像をパターン像と定義する。第3偏向器26は、第1偏向器18及び第2偏向器22を通過した電子ビームの軌道を光軸Aに略平行に偏向する。第2電子レンズ20は、スリット部16の開口の像を、マスクステージ72上に載置されるマスク30上に結像させる機能を有する。

## 【0028】

第1ブランкиング電極24は、マスク30に形成された開口パターンに電子ビームが照射されないように電子ビームを偏向する。第1ブランкиング電極24は、マスク30に電子ビームが照射されないように電子ビームを偏向することが好ましい。電子ビームが照射されるにつれてマスク30に形成された開口パターンは劣化するので、第1ブランкиング電極24は、パターンをウェハ64に転写するとき以外は、電子ビームを偏向する。そのため、マスク30の劣化を防止することができる。焦点調整レンズ系114は、第3電子レンズ28と、第4電子レンズ32とを有する。第3電子レンズ28及び第4電子レンズ32は、マスク30通過前後の電子ビームの結像条件を調整する。

## 【0029】

ウェハ用投影系116は、第5電子レンズ40と、第6電子レンズ46と、第

7電子レンズ50と、第8電子レンズ52と、第9電子レンズ66と、第4偏向器34と、第5偏向器38と、第6偏向器42と、主偏向器56と、副偏向器58と、第2プランкиング電極36と、ラウンドアパーチャ部48とを有する。

## 【0030】

電界や磁界の影響を受けてパターン像は回転してしまう。第5電子レンズ40は、マスク30の所定の開口パターンを通過した電子ビームのパターン像の回転量を調整する。第6電子レンズ46及び第7電子レンズ50は、マスク30に形成された開口パターンに対する、ウェハ64に転写されるパターン像の縮小率を調整する。第8電子レンズ52及び第9電子レンズ66は、対物レンズとして機能する。第4偏向器34及び第6偏向器42は、電子ビームの進行方向に対するマスク30の下流において、電子ビームを光軸Aの方向に偏向する。第5偏向器38は、電子ビームを光軸Aに略平行になるように偏向する。主偏向器56及び副偏向器58は、ウェハ64上の所定の領域に電子ビームが照射されるように、電子ビームを偏向する。本実施形態では、主偏向器56は、1ショットの電子ビームで照射可能な領域（ショット領域）を複数含むサブフィールド間で電子ビームを偏向するために用いられる。また、副偏向器58は、主偏向器56よりも偏向量が小さく、サブフィールドにおけるショット領域間の偏向のために用いられる。

## 【0031】

ラウンドアパーチャ部48は、円形の開口を有する。第2プランкиング電極36は、ラウンドアパーチャの外側に当たるように電子ビームを偏向する。したがって、第2プランкиング電極36は、電子ビームの進行方向に対してラウンドアパーチャ部48から下流に電子ビームが進行することを防ぐことができる。電子銃12は、露光処理期間において常に電子ビームを照射するので、第2プランкиング電極36は、ウェハ64に転写するパターンを変更するとき、更には、パターンを露光するウェハ64の領域を変更するときに、ラウンドアパーチャ部48から下流に電子ビームが進行しないように電子ビームを偏向することが望ましい。

## 【0032】

制御系140は、統括制御部130及び個別制御部120を備える。個別制御部120は、偏向制御部82と、マスクステージ制御部84と、ブランкиング電極制御部86と、電子レンズ制御部88と、反射電子処理部90と、ウェハステージ制御部92とを有する。

#### 【0033】

偏向制御部82は、第1偏向器18、第2偏向器22、第3偏向器26、第4偏向器34、第5偏向器38、第6偏向器42、主偏向器56、及び副偏向器58の偏向量及び補正量を制御する。マスクステージ制御部84は、マスクステージ駆動部68を制御して、マスクステージ72を移動させる。

#### 【0034】

ブランкиング電極制御部86は、第1ブランкиング電極24及び第2ブランкиング電極36を制御する。第1ブランкиング電極24及び第2ブランкиング電極36は、露光時には、電子ビームをウェハ64に照射させ、露光時以外には、電子ビームをウェハ64に到達させないように制御されることが望ましい。電子レンズ制御部88は、第1電子レンズ14、第2電子レンズ20、第3電子レンズ28、第4電子レンズ32、第5電子レンズ40、第6電子レンズ46、第7電子レンズ50、第8電子レンズ52、及び第9電子レンズ66に供給する電力を制御する。反射電子処理部90は、電子検出器60により検出された電気信号に基づいて電子量を示すデジタルデータを検出する。ウェハステージ制御部92は、ウェハステージ駆動部70によりウェハステージ62を所定の位置に移動させる。

#### 【0035】

統括制御部130は、例えばワークステーションであって、個別制御部120に含まれる各制御部を統括制御する。また、統括制御部130は、位置検出部132と、算出部134と、記憶部136とを有する。

#### 【0036】

位置検出部132は、ウェハ64に設けられたマーク部に照射された電子ビームの反射電子に基づいて反射電子処理部90が出力するデジタルデータを、反射電子処理部90から受け取る。そして、位置検出部132は、受け取ったデジタル

ルデータに基づいて、ウェハ64に設けられたマーク部における基準位置と、マーク部に照射された電子ビームの照射位置との相対位置を検出する。そして、位置検出部132は、検出した基準位置と照射位置との相対位置を算出部134に出力する。そして、算出部134は、位置検出部132から受け取った基準位置と照射位置との相対位置に基づいて、電子ビームの照射位置を補正する補正值を算出するための補正式を導出する。即ち、算出部134は、静電偏向器である副偏向器58の偏向量を補正する補正值を算出するための補正式を導出する。また、記憶部136は、算出部134が導出した補正式を記憶する。そして、算出部134は、ウェハ64における電子ビームを照射すべき照射位置に基づいて、補正式から当該照射位置における補正值を算出し、偏向制御部82に出力する。そして、偏向制御部82は、受け取った補正值に基づいて、副偏向器58の偏向動作を制御し、副偏向器58は、ウェハ64における所望の位置に電子ビームを照射する。

#### 【0037】

本実施形態に係る電子ビーム露光装置100の動作について説明する。マスクステージ72上には、所定のパターンを形成された複数の開口パターンを有するマスク30が載置され、マスク30は、所定の位置に固定されている。また、ウェハステージ62上には、露光処理が施されるウェハ64が載置されている。ウェハステージ制御部92は、ウェハステージ駆動部70によりウェハステージ62を移動させて、ウェハ64の露光されるべき領域が光軸A近傍に位置するようになる。また、電子銃12は、露光処理期間において常に電子ビームを照射するので、露光の開始前において、スリット部16の開口を通過した電子ビームがマスク30及びウェハ64に照射されないように、ブランкиング電極制御部86が第1ブランкиング電極24及び第2ブランкиング電極36を制御する。マスク用投影系112において、電子レンズ20、第1偏向器18、第2偏向器22、及び第3偏向器26は、ウェハ64に転写するパターンが形成された開口パターンに電子ビームを照射できるように調整される。焦点調整レンズ系114において、第3電子レンズ28及び第4電子レンズ32は、電子ビームのウェハ64に対する焦点が合うように調整される。また、ウェハ用投影系116において、第5

電子レンズ40、第6電子レンズ46、第7電子レンズ50、第8電子レンズ52、第9電子レンズ66、第4偏向器34、第5偏向器38、第6偏向器42、主偏向器56、及び副偏向器58は、ウェハ64の所定の領域にパターン像を転写できるように調整される。

## 【0038】

マスク投影系112、焦点調整レンズ系114、及びウェハ用投影系116が調整された後、ブランкиング電極制御部86は、第1ブランкиング電極24及び第2ブランкиング電極36による電子ビームの偏向を停止する。これにより、以下に示すように、電子ビームはマスク30を介してウェハ64に照射される。

## 【0039】

次に、本実施形態の電子ビーム露光装置100は、副偏向器58の偏向量を補正する補正值を算出するための補正式を導出する。そして、副偏向器58の偏向量を補正する補正值を算出する補正式を導出した後、導出された補正式と、電子ビームを照射すべき照射位置に基づいて、副偏向器58の偏向量を補正する補正值を算出し、ウェハステージ62に載置されたウェハ64に露光処理を行う。

## 【0040】

まず、電子銃12が電子ビームを生成し、第1電子レンズ14が電子ビームの焦点位置を調整して、スリット部16に照射させる。そして、第1偏向器18及び第2偏向器22がスリット部16の開口を通過した電子ビームをマスク30の転写すべきパターンが形成された所定の領域に照射するように偏向する。スリット部16の開口を通過した電子ビームは、矩形の断面形状を有している。第1偏向器18及び第2偏向器22により偏向された電子ビームは、第3偏向器26により光軸Aと略平行になるように偏向される。また、電子ビームは、第2電子レンズ20により、マスク30上の所定の領域にスリット部16の開口の像が結像するように調整される。

## 【0041】

そして、マスク30に形成された開口パターンを通過した電子ビームは、第4偏向器34及び第6偏向器42により光軸Aに近づく方向に偏向され、第5偏向器38により、光軸Aと略平行になるように偏向される。また、電子ビームは、

第3電子レンズ28及び第4電子レンズ32により、マスク30に形成された開口パターンの像がウェハ64の表面に焦点が合うように調整され、第5電子レンズ40によりパターン像の回転量が調整され、第6電子レンズ46及び第7電子レンズ50により、パターン像の縮小率が調整される。それから、電子ビームは、主偏向器56及び副偏向器58により、ウェハ64上の所定のショット領域に照射されるように偏向される。本実施形態では、主偏向器56が、ショット領域を複数含むサブフィールド間で電子ビームを偏向し、副偏向器58が、サブフィールドにおけるショット領域間で電子ビームを偏向する。所定のショット領域に偏向された電子ビームは、電子レンズ52及び電子レンズ66によって調整され、ウェハ64に照射される。これによって、ウェハ64上の所定のショット領域には、マスク30に形成された開口パターンの像が転写される。

#### 【0042】

所定の露光時間が経過した後、ブランкиング電極制御部86が、電子ビームがマスク30及びウェハ64を照射しないように、第1ブランкиング電極24及び第2ブランкиング電極36を制御して、電子ビームを偏向させる。以上のプロセスにより、ウェハ64上の所定のショット領域に、マスク30に形成された開口パターンの形状を有するパターンが露光される。次のショット領域に、マスク30に形成された開口パターンの形状を有するパターンを露光するために、マスク用投影系112において、第2電子レンズ20、第1偏向器18、第2偏向器22、及び第3偏向器26は、ウェハ64に転写すべきパターンを有する開口パターンに電子ビームを照射できるように調整される。焦点調整レンズ系114において、第3電子レンズ28及び第4電子レンズ32は、電子ビームのウェハ64に対する焦点が合うように調整される。また、ウェハ用投影系116において、第5電子レンズ40、第6電子レンズ46、第7電子レンズ50、第8電子レンズ52、第9電子レンズ66、第4偏向器34、第5偏向器38、第6偏向器42、主偏向器56、及び副偏向器58は、ウェハ64の所定の領域にパターン像を転写できるように調整される。

#### 【0043】

具体的には、副偏向器58は、マスク用投影系112により生成されたパター

ン像が、次のショット領域に露光されるように電界を調整する。この後、上記同様に当該ショット領域にパターンを露光する。サブフィールド内のパターンを露光すべきショット領域のすべてにパターンを露光した後に、主偏向器56は、次のサブフィールドにパターンを露光できるように磁界を調整する。電子ビーム露光装置100は、この露光処理を、繰り返し実行することによって、所望の回路パターンを、ウェハ64に露光することができる。

## 【0044】

本発明による電子ビーム露光装置100は、可変矩形を用いた電子ビーム露光装置であってもよく、また、ブランкиング・アーチャ・アレイ・デバイスを用いた電子ビーム露光装置であってもよい。また、本発明による電子ビーム処理装置は、複数の電子ビームにより、ウェハにパターンを露光するマルチビーム露光装置でもよい。

## 【0045】

本実施形態に係る電子ビーム露光装置によれば、ウェハが有する磁性体が形成する磁界、ウェハにおける磁性体の分布、電子レンズが形成する磁界、磁性体を有するウェハの形状等に基づいて、電子ビームの偏向量を補正することができるるので、磁性体を有するウェハを精度良く露光することができる。

## 【0046】

図2は、ウェハ64の上面図を示す。ウェハ64は、複数の領域500(500-1、500-2、・・・)を有する。複数の領域500は、例えばウェハ64に電子部品がそれぞれ形成されるべき領域である。領域500は、1つの電子部品を含む領域であってよく、また、複数の電子部品を含む領域であってもよい。また、領域500は、例えば紫外光によりウェハを露光する露光装置が、1ショットで露光する領域であってよい。

## 【0047】

複数の領域500はそれぞれ複数のマーク部600(600-1、600-2、・・・)を有する。複数のマーク部600は、ウェハ64に形成された磁性体よりも下層に形成されたマークであってよく、また、当該磁性体と同層に形成されたマークであってもよい。また、マーク部600は、対応する領域500の四

隅にそれぞれ形成されるのが好ましい。

【0048】

マーク部600は、例えば紫外光によりウェハを露光する露光装置を用いてウェハ64に塗布されたレジストを露光することにより、ウェハ64における対応する領域500に予め形成される。例えば所定の領域500を露光した後に、ウェハ64を移動させることにより他の領域500を露光することにより、マーク部600はそれぞれの領域500において形成される。

【0049】

図3は、本実施形態に係る露光方法のフローチャートの一例を示す。まず、ウェハを載置するウェハステージ62のステージ位置の補正を行う(S100)。そして、磁性体を有するウェハを搬入し、ステージ位置の補正が行われたウェハステージ63に載置する(S102)。ウェハ64には、例えば紫外光によりウェハを露光する露光装置を用いて、対応する領域500にマーク部600が予め形成されている。例えば、ウェハ64には、磁性体が成膜されている。【

0050】

次に、統括制御部130は、S102においてウェハステージ62に載置されたウェハが、前回露光したウェハと同一の特性を有するウェハであるか否かを判断する。例えば、S102においてウェハステージ62に載置されたウェハが、前回露光したウェハと同一のロット内のウェハであるかにより同一の特性を有するか否かを判断する。(S104)。同一のロットとは、例えば紫外光によりウェハを露光する露光装置などの他の装置において、一のシーケンスにより処理されたウェハ群である。

【0051】

S104において前回露光したウェハと同一のロット内のウェハでないと判断した場合、ウェハ全体に形成された複数のマーク部に電子ビームを照射し、マーク検出を行う(S106)。そして、ウェハ64における各々のマーク部600の位置を検出する。ウェハ64の所定の領域500に形成されたマーク部600は、当該露光方法において露光する層の下層において、成膜、露光、及びエッチングにより形成されることが好ましい。また、電子ビーム露光装置100によつ

て露光されることにより形成されてもよいし、光露光装置等の他の露光装置よつて露光されることにより形成されてもよい。

【0052】

ウェハ64の所定の領域500に形成された複数のマーク部600の、ウェハ64における位置を検出することにより、ウェハ64におけるマーク部600の位置ずれ、回転等を検出することができる。ウェハ64におけるマーク部600の位置を検出することにより、ウェハ64において電子ビームを照射すべき位置を精度よく定めることができる。

【0053】

次に、位置検出部132は、S106におけるマーク検出の検出結果に基づいて、ウェハステージ62におけるウェハの載置位置を検出する(S108)。例えば、位置検出部132は、ウェハステージ62のステージ位置と、ウェハに形成されたマーク部の検出位置との相対位置に基づいて、ウェハステージ62におけるウェハの載置位置を検出する。

【0054】

また、位置検出部132は、S106におけるマーク検出の検出結果に基づいて、ウェハが有する磁性体の磁性の影響による電子ビームの照射位置ずれを検出する(S110)。また、位置検出部132は、S106におけるマーク検出の検出結果に基づいて、ウェハにおける下層の磁性体や配線あるいは同層の磁性体や配線等の作り込みずれによる電子ビームの照射位置ずれを検出する(S110)。作り込みずれは、ウェハに形成される電子部品の回転及び伸張、並びに他の露光装置による歪みを含む。

【0055】

次に、算出部134は、位置検出部132が検出したウェハの載置位置、ウェハが有する磁性体の磁性の影響による照射位置ずれ、及び下層配線の作り込みずれによる照射位置ずれに基づいて、副偏向器58の電子ビームの偏向量を補正する照射補正值を算出するための補正式を導出する(S112)。そして、記憶部136は、算出部134が導出した補正式を記憶する。

【0056】

具体的には、ウェハが有する磁性体の磁性の影響による照射位置ずれは、ウェハが有する磁性体が形成する磁界、ウェハにおける磁性体の分布、ウェハの近くに配置されウェハの周囲に磁界を形成する第8電子レンズ52及び第9電子レンズ66が形成する磁界、磁性体を有するウェハの形状等に起因する。そのため、算出部134は、ウェハが有する磁性体が形成する磁界、ウェハにおける磁性体の分布、第8電子レンズ52及び第9電子レンズ66が形成する磁界、磁性体を有するウェハの形状に基づいて、副偏向器58の電子ビームの偏向量を補正する照射補正值を算出するための補正式を導出する。また、算出部134は、第8電子レンズ52及び第9電子レンズ66が形成する磁界と、磁性体を有するウェハとの位置関係に基づいて、副偏向器58の電子ビームの偏向量を補正する照射補正值を算出するための補正式を導出する。第8電子レンズ52及び第9電子レンズ66が形成する磁界と、磁性体を有するウェハとの位置関係は、ウェハの移動方向における位置関係でもよく、電子ビームの照射方向における位置関係でもよい。さらに、算出部134は、第1電子レンズ14、第2電子レンズ20、第3電子レンズ28、第4電子レンズ32、第5電子レンズ40、第6電子レンズ46、及び第7電子レンズ50が形成する磁界にさらにに基づいて、副偏向器58の電子ビームの偏向量を補正する照射補正值を算出するための補正式を導出してもよい。

#### 【0057】

なお、算出部134が導出する補正式は、ウェハにおける電子ビームの複数の照射位置に基づいて、副偏向器58の偏向量を補正する照射補正值を算出することができる1つの多項式であることが好ましい。また、算出部134は、ウェハにおける電子ビームの照射位置ずれの分布に基づいて、最小二乗近似により補正式を導出することが好ましい。さらに、算出部134が導出する補正式は、5次以上の多項式であることが好ましい。

#### 【0058】

また、算出部134は、例えばウェハ64へのマーク部600等の形成において生じた作り込みずれにさらにに基づいて補正式を導出してもよい。具体的には、算出部134は、ウェハ64に所定の密度で形成された磁性体の影響による電子

ビームの照射位置ずれから、例えばウェハ64へのマーク部600等の形成において生じた作り込みずれを、それぞれの領域500において除去することにより補正式を導出する。すなわち、算出部134は、ウェハ64に形成された磁性体の影響のみに基づく電子ビームの照射位置ずれを補正する補正式を導出する。当該作り込みずれは、例えば例えばマーク部600を形成する工程において使用された露光装置のウェハステージの移動ずれに基づく作り込みずれ等である。

#### 【0059】

この場合、算出部134は、それぞれの領域500における作り込みずれに基づき算出された、電子ビームの照射位置ずれを補正する領域補正值を算出するのがこのましい。具体的には、算出部134は、複数の領域500の相対的な位置ずれに基づいて領域補正值を算出する。算出部134は、複数の領域500の相対的な位置ずれを、例えばそれぞれの領域500に形成されたマーク部600の相対位置に基づいて算出する。そして、記憶部136は、それぞれの領域500と領域補正值とを対応づけて記憶する。

#### 【0060】

また、算出部134は、一の領域500における複数のマーク部600の相対的な位置ずれを当該作り込みずれとして補正式を導出してもよい。当該作り込みずれは、例えばマーク部600を形成する工程において使用された露光装置のレンズ収差に基づく作り込みずれ等である。この場合においても、算出部134は、それぞれの領域500における作り込みずれに基づき算出された、電子ビームの照射位置ずれを補正する領域補正值を算出するのがこのましい。そして、記憶部136は、それぞれの領域500と領域補正值とを対応づけて記憶する。

#### 【0061】

また、S104において前回露光したウェハと同一のロット内のウェハであると判断した場合、ウェハに形成された複数のマーク部の一部に電子ビームを照射し、マーク検出を行う(S122)。そして、位置検出部132は、S122におけるマーク検出の検出結果に基づいて、ウェハステージ62におけるウェハの載置位置を検出する(S124)。そして、算出部134は、位置検出部132が検出したウェハの載置位置、及び記憶部136に記憶された補正式に基づいて

、副偏向器58の電子ビームの偏向量を補正する照射補正值を算出するための補正式を導出する(S126)。即ち、算出部134は、前回露光したウェハのウェハステージ62における載置位置、及び今回露光するウェハのウェハステージ62における載置位置、及び前記露光したウェハの補正式に基づいて、今回露光するウェハの補正式を導出する。

## 【0062】

次に、算出部134は、電子ビームが照射されるべき照射位置に基づいて、導出した補正式から当該照射位置における副偏向器58の偏向量を補正する照射補正值を算出する(S116)。算出部134は、ウェハ64における所定のマーク部600の位置と、電子ビームが照射されるべき照射位置との相対位置に基づいて、照射補正值を算出することが好ましい。そして、偏向制御部82は、算出部134が算出した照射補正值に基づいて副偏向器58を制御する。そして、副偏向器58は、偏向制御部82の制御に基づいて電子ビームを偏向することにより、ウェハにおける所望の位置に電子ビームを照射して露光する(S118)。

## 【0063】

算出部134は、各領域500に対応づけて記憶部136に記憶された領域補正值にさらにに基づいて、照射補正值を算出してもよい。すなわち、算出部134は、記憶部136に記憶された補正式に基づいて、ウェハ64に形成された磁性体の影響に基づく電子ビームの照射位置ずれと、各領域500におけるマーク部600等の作り込みずれに基づく電子ビームの照射位置ずれとに基づいて、照射補正值を算出する。ウェハ64に形成された磁性体の影響と、各領域500におけるマーク部600等の作り込みずれとに基づいて照射補正值を算出することにより、さらに精度よくウェハに電子ビームを照射することができる。

## 【0064】

次に、ウェハステージ62に載置されたウェハを搬出し、統括制御部130は、所定枚数のウェハの露光が終了したか否かを判断する。即ち、統括制御部130は、1ロットのウェハの露光が終了したか否かを判断する。(S120)。S120において1ロットのウェハの露光が終了していないと判断した場合、S102に戻り、次のウェハをウェハステージ62に載置する。S120において1

ロットのウェハの露光が終了したと判断した場合、本実施形態に係る露光方法のフローチャートを終了する。

【0065】

本実施形態に係る露光方法によれば、ウェハが有する磁性体が形成する磁界、ウェハにおける磁性体の分布、電子レンズが形成する磁界、磁性体を有するウェハの形状等に基づいて、電子ビームの偏向量を補正することができるので、磁性体を有するウェハを精度良く露光することができる。

【0066】

また、同一ロット内の複数のウェハは、同一の製造工程により製造されるため、ウェハが有する磁性体の磁性の影響による照射位置ずれ、及び下層配線の作り込みずれによる照射位置ずれが略等しい。そのため、ウェハステージ62におけるウェハ毎の載置位置の違いを補正式に反映させることにより、同一の補正式を利用することができる。したがって、補正式の算出に要する時間を低減することができ、ウェハの露光処理に要する時間を低減することができる。

【0067】

図4は、ウェハから電子部品を製造する、本発明の一実施形態に係る電子部品製造工程のフローチャートの一例を示す。本実施形態の電子部品は、例えば磁気ヘッド、MRAM等の磁気記憶素子、超伝導体を有する半導体素子である。

【0068】

まず、ウェハの上面に、フォトレジストを塗布する(S12)。フォトレジストが塗布されたウェハが、電子ビーム露光装置100におけるウェハステージ62に載置される。ウェハは、図1から図3に関連して説明したように、電子ビームによりパターン像を露光される(S14)。

【0069】

露光されたウェハは、現像液に浸され、現像され、余分なレジストが除去される(S16)。そして、ウェハ上のフォトレジストが除去された領域に存在するシリコン基板、絶縁膜あるいは導電膜が、プラズマを用いた異方性エッチングによりエッチングされる(S18)。また、トランジスタやダイオードなどの半導体素子を形成するために、ウェハに、ホウ素や砒素などの不純物を注入する(S

20)。また、熱処理を施し、注入された不純物の活性化を行う(S22)。また、ウェハ上の有機汚染物や金属汚染物を取り除くために、薬液によりウェハを洗浄する(S24)。また、導電膜や絶縁膜の成膜を行い、配線層および配線間の絶縁層を形成する(S26)。S12～S26の工程を組み合わせ、繰り返し行うことによって、ウェハに部品分離領域、部品領域および配線層を有する電子部品が製造される。所要の回路が形成されたウェハを切り出し、組み立てを行う(S28)。以上で、本実施形態に係る電子部品製造方法のフローチャートを終了する。

#### 【0070】

本実施形態に係る電子部品製造方法によれば、電子ビーム露光装置100により、磁性体を有するウェハを精度良く露光することができるので、微細な電子部品を製造することができる。

#### 【0071】

以上、本発明を実施形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施形態に記載の範囲には限定されない。上記実施形態に、多様な変更または改良を加えることができる。そのような変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。

#### 【0072】

##### 【発明の効果】

上記説明から明らかなように、本発明によれば、電子ビームの照射位置を補正して、精度よくウェハを露光する露光方法を提供することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明の一実施形態に係る電子ビーム露光装置の構成図である。

##### 【図2】

ウェハ64の上面図を示す。

##### 【図3】

本実施形態に係る露光方法のフローチャートである。

##### 【図4】

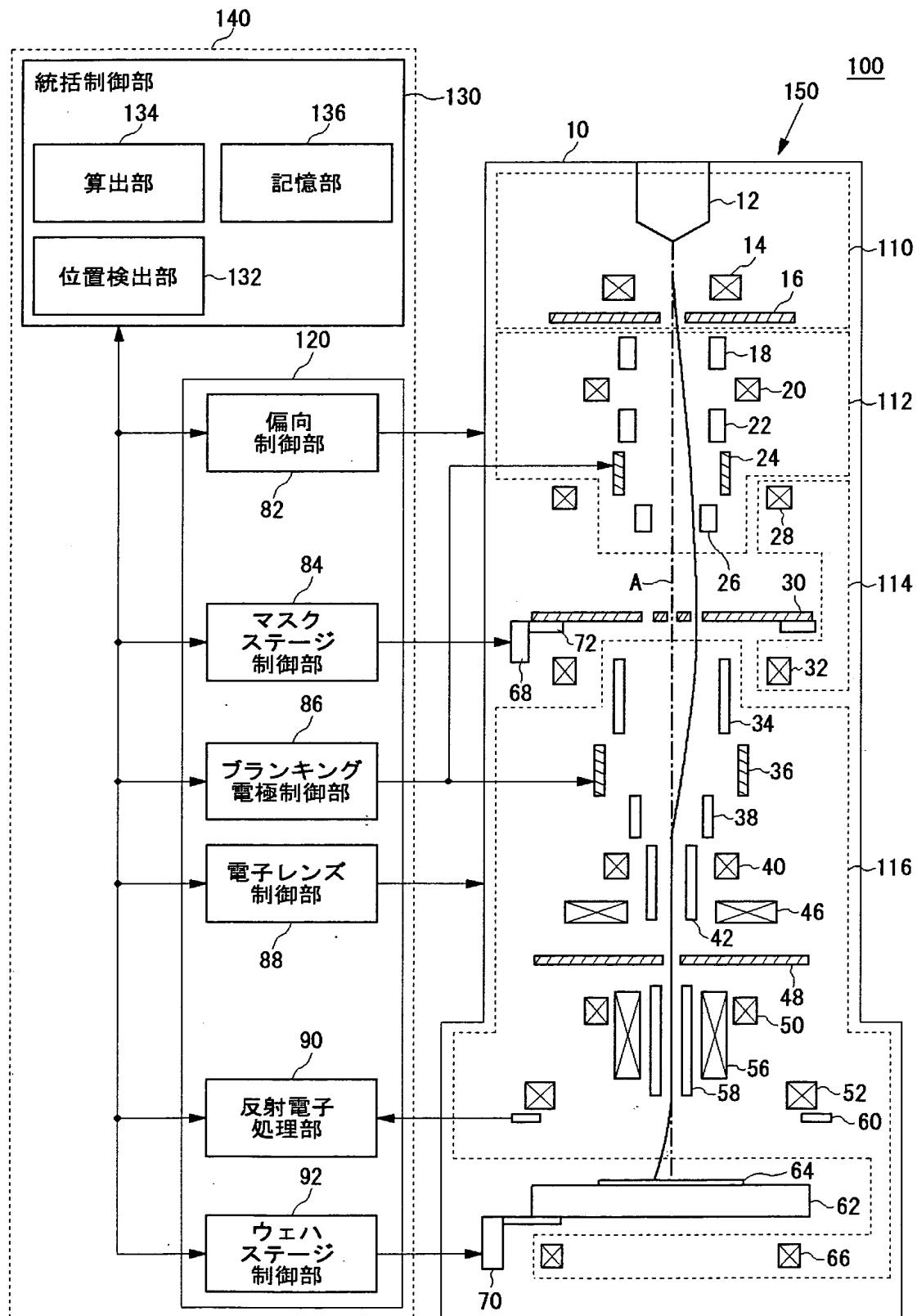
本実施形態に係る電子部品製造方法のフローチャートである。

【符号の説明】

10・・・筐体、12・・・電子銃、14・・・第1電子レンズ、16・・・スリット部、18・・・第1偏向器、20・・・第2電子レンズ、22・・・第2偏向器、24・・・第1ブランкиング偏向器、26・・・第3偏向器、28・・・第3電子レンズ、30・・・マスク、32・・・第4電子レンズ、34・・・第4偏向器、36・・・第2ブランкиング偏向器、38・・・第5偏向器、40・・・第5電子レンズ、42・・・第6偏向器、46・・・第6電子レンズ、48・・・ラウンドアパーチャ、50・・・第7電子レンズ、52・・・第8電子レンズ、56・・・主偏向器、58・・・副偏向器、60・・・電子検出器、62・・・ウェハステージ、64・・・ウェハ、66・・・第9電子レンズ、68・・・マスクステージ駆動部、70・・・ウェハステージ駆動部、72・・・マスクステージ、82・・・偏向制御部、84・・・マスクステージ制御部、86・・・ブランкиング電極制御部、88・・・電子レンズ制御部、90・・・反射電子処理部、92・・・ウェハステージ制御部、100・・・電子ビーム露光装置、110・・・電子ビーム照射系、112・・・マスク用投影系、114・・・焦点調整レンズ系、116・・・ウェハ用投影系、120・・・個別制御部、130・・・統括制御部、132・・・位置検出部、134・・・算出部、136・・・記憶部、140・・・制御系、150・・・露光部、500・・・領域、600・・・マーク部

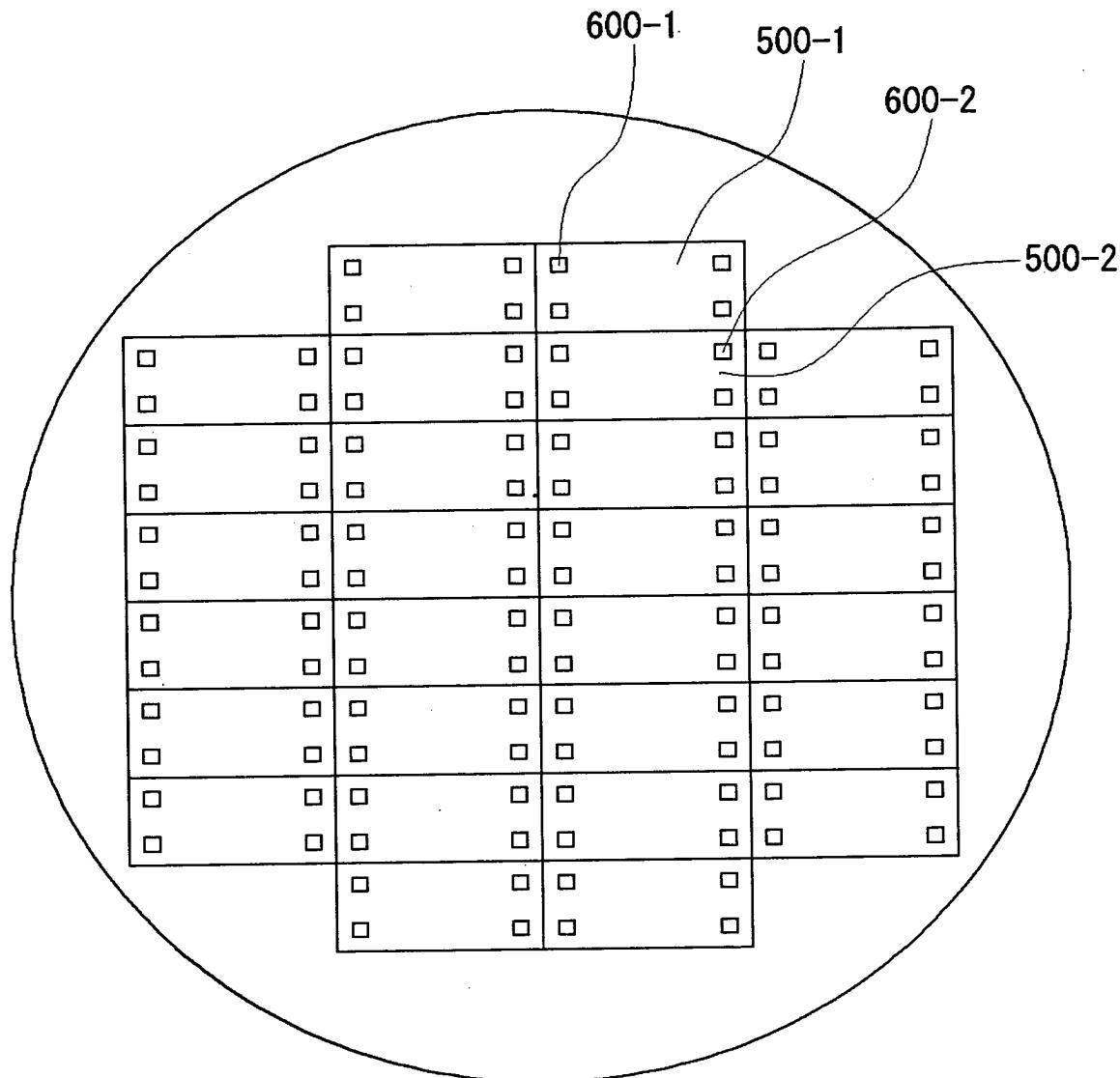
【書類名】 図面

【図1】

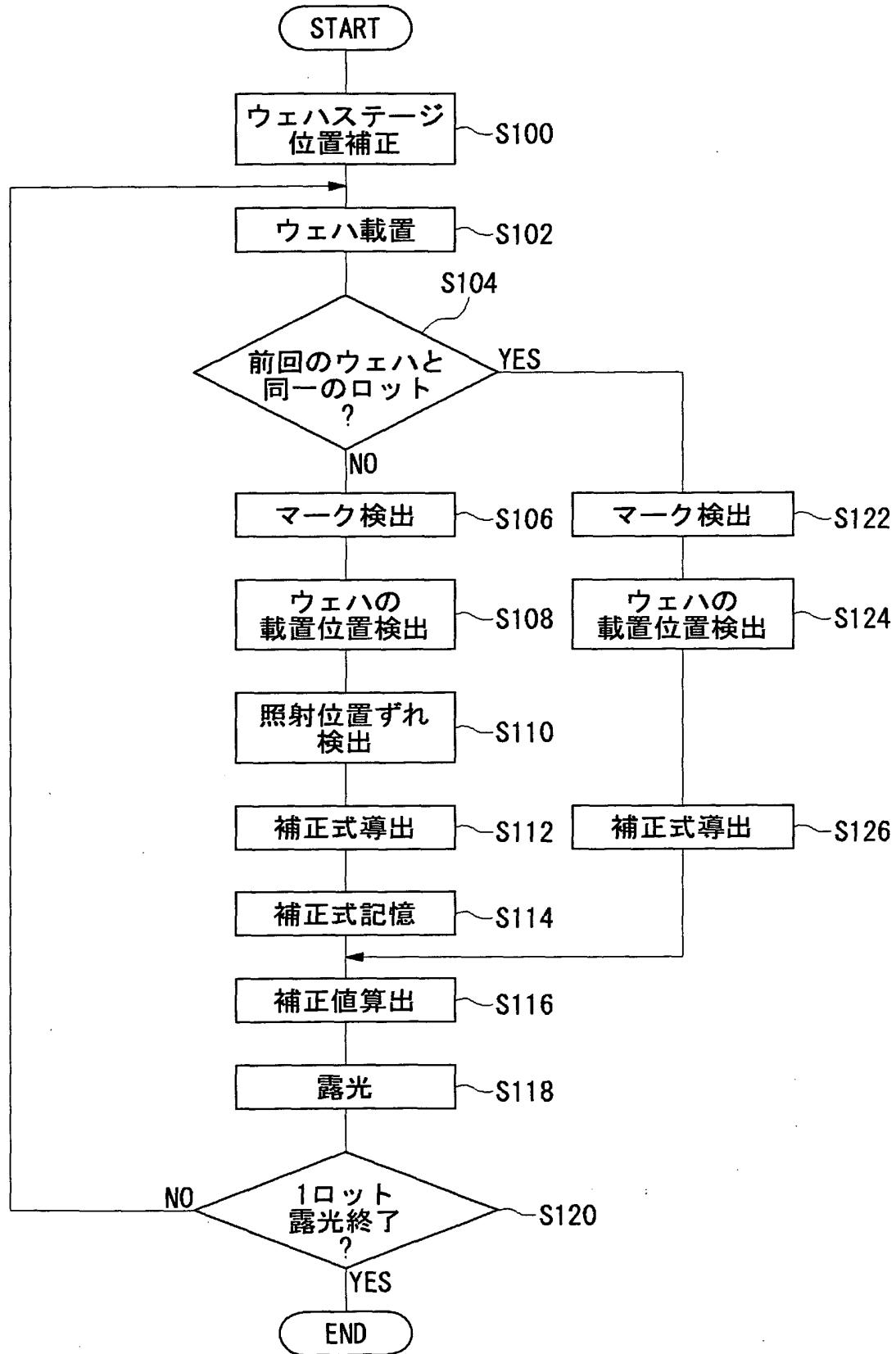


【図2】

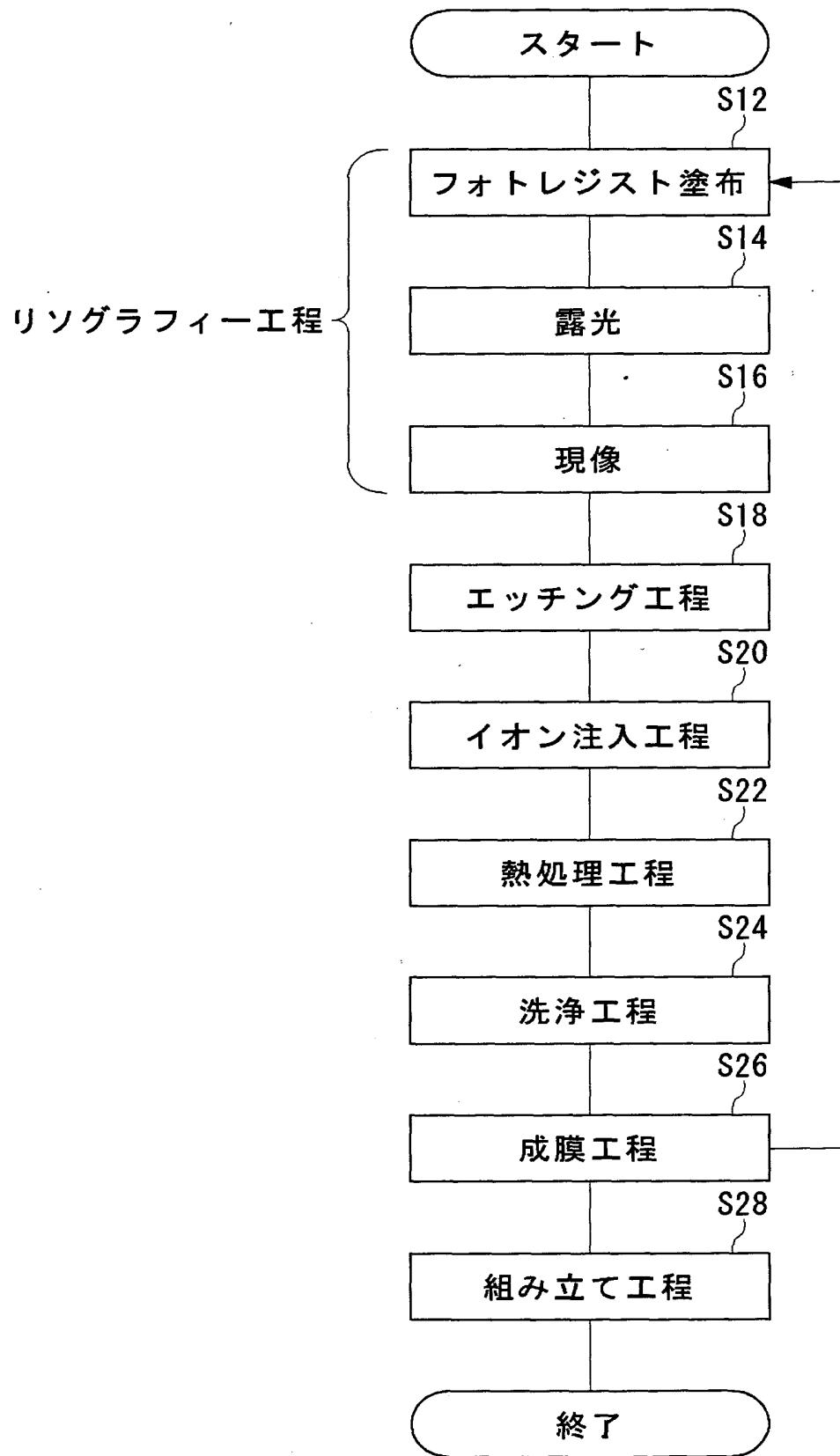
64



【図3】



【図4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電子ビームの照射位置を補正して、精度よくウェハを露光することができる露光方法を提供する。

【解決手段】 電子ビームにより、磁性体を有するウェハを露光する露光方法であって、ウェハをウェハステージに載置する載置段階と、ウェハにおける電子ビームを照射すべき照射位置、及び磁性体により形成される磁界に基づいて、電子ビームを偏向する偏向部の偏向量を補正する補正值を算出する算出段階と、補正值に基づいて電子ビームを偏向し、ウェハを露光する露光段階とを備える。

【選択図】 図3

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-376423
受付番号	50101811999
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成13年12月13日

＜認定情報・付加情報＞

【特許出願人】

【識別番号】 390005175  
【住所又は居所】 東京都練馬区旭町1丁目32番1号  
【氏名又は名称】 株式会社アドバンテスト

【代理人】

【識別番号】 100104156  
【住所又は居所】 東京都新宿区新宿1丁目24番12号 東信ビル  
6階 龍華国際特許事務所  
【氏名又は名称】 龍華 明裕

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [390005175]

1. 変更年月日 1990年10月15日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都練馬区旭町1丁目32番1号

氏 名 株式会社アドバンテスト